

ОЧИСТКА ТЕХНОГЕННЫХ РАСТВОРОВ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО РАСПЫЛИТЕЛЬНОГО РЕАКТОРА

Головков Н.И.¹, Сосновский С.А.²

Научный руководитель: Сосновский С.А.², к.ф.-м.н., с.н.с.

¹Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

²Томский государственный университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36

E-mail: ssa777@mail.ru

Производства, связанные с химической обработкой руд и металлов, являются одними из наиболее вредных для окружающей среды. Поэтому вопросы эффективной утилизации жидких техногенных отходов (ЖТО) в настоящее время остаются весьма актуальными. Для группы промышленных ЖТО применение механического, биохимического, физико-химических и других методов очистки зачастую не даёт положительных результатов. Особенно затруднительна утилизация галогенсодержащих ЖТО, с большим набором и высокой концентрацией минеральных веществ. В этих случаях применяются термические методы обезвреживания, заключающиеся в окислении при повышенной температуре примесей в жидкости с образованием нетоксических соединений. Одним из термических методов обезвреживания промышленных ЖТО является термохимическое обезвреживание, проводимое в высокотемпературном распылительном реакторе (ВРР). Суть этого метода заключается в том, что жидкость в распылённом состоянии вводится в высокотемпературную зону ВРР. При этом капли жидкости полностью испаряются, токсические примеси подвергаются термохимическому разложению и окислению. Содержащиеся в жидкости минеральные примеси образуют твёрдые частицы, которые уносятся с газами и улавливаются в фильтрационном блоке установки. На этом принципе построены процессы, идущие в аппаратах по регенерации отработанных травильных растворов металлургических предприятий. В основе этих процессов лежит пиролиз отработанного раствора в распылительном термохимическом реакторе с последующим отделением твёрдой фазы в виде высокодисперсного порошка и конденсацией паров кислоты в массообменных колоннах.

В качестве примера применения высокотемпературного процесса утилизации жидких титансодержащих техногенных отходов, рассмотрим исследование переработки отработанного галогенсодержащего травильного раствора, образующегося после травления титановых сплавов. В отличие от известной классической схемы в данном случае мы имеем дело с регенерацией двух кислот. Кроме того, травлению подлежит не просто титан, а титановые сплавы с различными легирующими добавками, ассортимент и количество которых меняются в достаточно широком диапазоне. Совершенно очевидно, что при травлении определенная доля этих легирующих добавок вместе с основным металлом будет переходить в раствор. Относительно возможных реакций при терморазложении отметим основные процессы отдельно для хлоридов и фторидов титана, известные из литературы. Можно утверждать, что при травлении образуются галогениды трехвалентного титана. При нагреве уже свыше 100 °C наряду с потерей свободной кислоты и кислоты, освобождающейся при распаде различных комплексов. При дальнейшем нагреве они должны гидролизироваться за счет имеющихся паров воды и через цепочку гидроксо- и оксогоалогенидов превратиться в TiO_2 . Указанная выше возможность возгонки некоторых галогенидов означает, что часть процессов может протекать не по классической схеме распылительной химической реакции, когда сначала идет обезвоживание и сушка капли диспергированного раствора, а затем топочимическая реакция в твердом остатке, а иным путем – по схеме химической конденсации. Продуктом такого процесса являются частицы размером не более 100 ангстрем. В нашем случае ВРР работал в режиме нисходящего прямотока. Пневматическая форсунка, через которую впрыскивается раствор, располагалась в центре крышки реактора. Подача реагента-теплоносителя происходила через тангенциальное отверстие верхней части распылительной камеры. Стендовый реактор работал с полным уносом твердой фазы. Проведено термодинамическое исследование физико-химических процессов, протекающих в ВРР, что позволило определить возможность образования определенных количеств химических соединений в данных условиях. Для термодинамического анализа используется универсальная программа TERRA.

В настоящее время прорабатывается плазмохимическая схема процесса регенерации отработанных фторсодержащих растворов титановых, стекольных и рудо перерабатываемых производств, с возвратом регенерированной кислоты. В докладе представлены обзорные данные, данные экспериментов, данные экспериментального оборудования, аналитические данные, общие выводы, выводы о перспективах использования этой технологии и список литературы. Показана физико-химическая и математическая модель процесса.

Результаты были получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России, проект № 0721-2020-0028.